

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-029076A

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl. G02F 1/03
G01B 9/02
G01B 11/00
G01B 11/24
G01J 9/02
G01M 11/00
G02B 7/28
H01L 21/027

(21)Application number : 2002-180923

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 21.06.2002

(72)Inventor : HASEGAWA MASANORI

(54) WAVEFRONT GENERATING APPARATUS AND SURFACE PROFILE MEASURING APPARATUS AND FOCUS DRIVING APPARATUS WITH THE SAME ASSEMBLED INTO THEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wavefront generating apparatus which can be applied for an aspheric interference measuring apparatus by generating any arbitrary wavefront and achieving measurement of a reflective aspheric area which can not be measured by a conventional method, and to provide a surface profile measuring apparatus and a focus driving apparatus with the above apparatus assembled into them.

SOLUTION: The wavefront generating apparatus 20 has an electro-optic element 15 interposed between annular transparent electrodes 21, 22, 23, 31, 32, 33 divided into a plurality of regions in the radial direction, and controls retardation of light transmitting through the regions as desired by controlling voltages applied on the respective transparent electrodes. The wavefront generating apparatus is assembled into the surface profile measuring apparatus and the focus driving apparatus.



Detailed Description of the Invention:

At least one or more pairs of wavefront generating apparatus having a structure of sandwiching transparent electrodes made by dividing an electric optical device into a plurality of regions are inserted into a portion of a reference wavefront generating optical system of an interference wavefront measuring apparatus, and a phase difference of lights transmitting through the regions are controlled by controlling a voltage applied to the transparent electrodes, so that a desired transmitted wavefront is generated, and any mirror shape can be measured.

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-29076

(P2004-29076A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/03	G02F 1/03 503	2F064
G01B 9/02	G02F 1/03 505	2F065
G01B 11/00	G01B 9/02	2G086
G01B 11/24	G01B 11/00 B	2H051
G01J 9/02	G01J 9/02	2H079

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-180923 (P2002-180923)

(22) 出願日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

(72) 発明者 長谷川 雅宣

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2F064 AA09 BB05 EE05 GG22 GG53

GG68 HH03 HH08

2F065 AA02 AA06 FF10 FF42 GG12

HH13 JJ03 JJ09 JJ26 LL42

LL53

2G086 GG04

2H051 AA10 BA41 BA49 CB14

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置

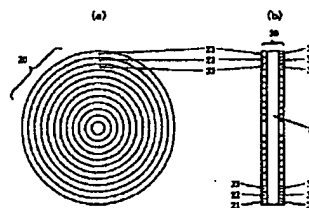
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 任意の波面を発生させることによって非球面干渉計測装置などに適用することができ、従来では測定不可能であった反射非球面量等の計測を可能とする波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置を提供する。

【解決手段】 電気光学素子15を半径方向に複数の領域に分割された輪帯状透明電極21、22、23、31、32、33により挟み込み、該透明電極に印加する電圧を制御することにより各領域を透過する光の位相差を任意に制御する波面発生装置20、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置を構成する。

【選択図】

図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気光学素子を半径方向に複数の領域に分割された輪帯状透明電極により挟み込み、該透明電極に印加する電圧を制御することにより各領域を透過する光の位相差を任意に制御することを特徴とする波面発生装置。

【請求項 2】

被検面から透過または反射した波面と参照波面を干渉させ被検面の面形状を計測する面形状測定装置であって、参照波面を形成する光学系に請求項 1 の波面発生装置を組み込んだことを特徴とする面形状測定装置。

【請求項 3】

焦点駆動装置であって、請求項 1 の波面発生装置を組み込んだことを特徴とする焦点駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は干渉計などに挿入し、波面を変換する波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置に関する。特に E U V 露光装置（縮小投影軟 X 線露光装置）など、大きな非球面量を持つ光学系の波面取差を測定する干渉計に好適な波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置や液晶表示装置などを製造するための投影露光装置は、多数のレンズ群よりなるレチクル照明系やレチクル上の回路パターンをウェハに転写するための投影レンズ系より構成され、集積回路装置の微細化に伴って、レンズの大口径化と加工精度の高精度化がますます求められている。レンズの高精度化を達成するために、従来、図 1 に示すような干渉計測装置により、レンズの波面取差を測定することにより、高精度化への要求に応えてきた。

【0003】

図 1 は干渉計測装置の例である。干渉計測装置はさまざまなタイプの方式が存在するが、ここでは、フィゾータイプの干渉計測装置を例にとって説明する。

図 1 において、1 は光源装置である。一般的に干渉計測に用いられる光源は可干渉性を要求されるため、波面形状が安定しているレーザが好ましい。よく使われるのは H e - N e レーザで、特に高精度な測定をする場合にはヨウ素安定化レーザなども用いられる。半導体レーザなどを使用することもあるが、測定系の絶対精度を保証するために、半導体露光波長と同一波長の光源を用いる場合もある。

また、2、3 はコリメータレンズ、4 はビームスプリッタ、6 はヌルレンズといい基準となる参照波面を生成する。7 は参照面で部分反射面となっており、ここで反射した参照波面と 8 の被検面で反射した波面が干渉縞を生成し、11 の C C D カメラに投影される。12 のプロセッサは C C D から出力される縞情報を解析し、8 の被検面の面形状を算出している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記に説明したような干渉計測装置は、従来の半導体露光装置のレンズの測定ではよく用いられてきた。ところが、線幅 50 nm 以下の E U V 露光装置では、従来の干渉計測装置では、レンズ波面計測が困難になることが予測されている。従来の半導体露光装置のレンズ装置は、その大部分が球面レンズから構成されており、非球面レンズを用いても全体のレンズのごく一部で、その非球面量は小さなものであった。図 1 に示した従来の干渉計測装置は、被検面 8 が変わる毎にヌルレンズ 6 を被検面の形状に合わせて交換することが前提になっているが、参照面 7 の形状が球面であったり、微小非球面であればその都度高精度に加工製造することは比較的容易であった。

【0005】

一方、EUV露光装置では、個々の反射面（Mo/Si多層膜による反射面）での反射率が高々70%程度であるため、反射ミラーの総数を極めて少なくする必要に迫られている。そのため、半導体生産に必要な広い画角を確保し、その領域内で波面収差を極力抑えようとするため、個々の反射面として非球面量の大きな反射面を採用しなければならない。このような非球面量も口径も大きなヌルレンズを作成することは、技術上の難しさと共に、生産性の観点からも問題となりつつある。

【0006】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、任意の波面を発生させることによって非球面干渉計測装置などに適用することができ、従来では測定不可能であった反射非球面量等の計測を可能とする波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するため、つぎの（１）～（３）のように構成した波面発生装置、該装置を組み込んだ面形状測定装置、焦点駆動装置を提供するものである。

（１）電気光学素子を半径方向に複数の領域に分割された輪帯状透明電極により挟み込み、該透明電極に印加する電圧を制御することにより各領域を透過する光の位相差を任意に制御することを特徴とする波面発生装置。

（２）被検面から透過または反射した波面と参照波面を干渉させ被検面の面形状を計測する面形状測定装置であって、参照波面を形成する光学系に上記（１）の波面発生装置を組み込んだことを特徴とする面形状測定装置。

（３）焦点駆動装置であって、上記（１）の波面発生装置を組み込んだことを特徴とする焦点駆動装置。

【0008】

【発明の実施の形態】

上記構成を適用し、干渉波面計測装置の参照波面形成光学系の一部に、電気光学素子を複数の領域に分割された透明電極により挟み込んだ構造の波面発生装置を少なくとも一組以上挿入し、該透明電極に印加する電圧を制御することにより各領域を透過する光の位相差を任意に制御することにより、任意の透過波面を形成し、任意のミラー形状を測定することが可能となる。

【0009】

【実施例】

本発明の実施例を図１、２を用いて説明する。

本実施例の干渉計測装置の外観的形態は図１の干渉計測装置と大差はない。最大の違いは６のヌルレンズの構成要素として、図２で示したような波面生成素子２０を組み入れた点である。波面生成素子２０はニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）等の電気光学材料を領域分割されたITO等の透明電極によって挟み込んだ構成をしている。

【0010】

図２において、２１、２２、２３等の輪帯状の透明電極が電気光学素子１５上に接着され、その電気光学素子２０の裏面に全く同じ形状に輪帯状の透明電極３１、３２、３３等が接着されている。各輪帯状透明電極は互いに電氣的に絶縁されており、不図示の配線により、所定の電圧を独立に与えることが出来るようになっている。２１と３１、２２と３２は互いに対となっており、間に挟まれた輪帯状の電気光学素子の領域に異なる電圧を印加することが出来る。

電気光学素子はよく知られているように電場に応じて光学的な位相差を発生する素子で、例えば縦型光変調器の構成でSBN（ Nb_2O_5 ）の場合だと、約91ボルトの印加電圧で半波長の位相差を発生することができる。該素子単体で数十波長に相当する大きな位相変化量を発生できない場合は、該素子を光軸方向に積層することで対処する。

【0011】

輪帯状電極(21、31、22、32、23、33、...)に印加する電圧と、それらによって発生する波面の関係を示したものが図4である。横軸は半径方向の輪帯電極の位置(各輪帯電極の半径)を示しており、原点は光軸中心を示している。点線は各輪帯電極に印加する電圧値を示し、実線はそれによって各輪帯を通過した光線が受ける位相変化量である。図では、印加電圧と位相変化量との関係が略線型になっているように示されているが、電気光学素子材料や、所望の位相変化量の絶対量によっては必ずしも線型にはならないので、基本的には、各輪帯電極毎に印加する電圧値と発生する位相変化量を予めキャリブレーションしておき、所望の波面を得たい場合には、前記校正値に基いて各輪帯状電極に印加する電圧を決定する。

【0012】

10

図3は輪帯状透明電極の片方40を共通化し素子を簡便化した実施例である。素子の作製は容易になるが、図2の素子と同じ位相変化量を発生させようとする、隣接する輪帯間の電位差を前述の場合と比べて2倍にする必要がある。

上記実施例は、フィゾー干渉計を例にとりて説明したが、トワイマングリーン干渉計等、他の干渉計にも適用可能である。また本発明の波面発生装置は、干渉計にのみ効果を発揮するものではなく、オートフォーカス装置など他の光学装置等にも適用可能である。

【0013】

図5は本実施例の波面発生装置をオートフォーカス装置に適用した例である。41は照明光学系、42は結像光学系で試料44の物体面の像を45のCCD上に結像している。43は本発明の波面形成装置で、各輪帯による位相変化量が半径の自乗に比例するように変化させると、結像系42の焦点位置が $f_1 \sim f_3$ のように変化する。CCDで撮像された物体の像のエッジのボケ具合を画像処理によって判定し、ベストフォーカス位置を自動で検出し、そのときの印加電圧を43に再びフィードバックすることにより、自動で焦点位置を検出することができる。本実施例は本発明の波面発生装置の応用例のほんの一例であり、他の多くの応用可能性があることは明らかである。

20

【0014】

【発明の効果】

本発明の波面発生装置によれば、任意の波面を発生させることができるため、EUVリソグラフィにおける非球面干渉計測装置などに適用することにより、従来では測定不可能であった反射非球面量を計測可能となり、EUV光学系の設計自由度が拡大し、より高解像かつ高輝度の投影光学系を作製することが可能となる。また従来においては、評価対象ミラーの曲率や、非球面量が変わる毎にヌルレンズを新規に作製しなければならず、位置もそれぞれ再調整が必要なため、時間もコストも膨大になり、製品の利益率を圧迫するなどの問題があったが、本発明によれば、すべての非球面を同じ構成の干渉計で測定可能なため、計測・評価に関する時間の短縮、コストダウンに繋げることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例をするための干渉計測装置の概略図。

【図2】 本発明の実施例の部分拡大図。

【図3】 本発明の実施例の部分拡大図。

【図4】 本発明の実施例の機能説明図。

40

【図5】 本実施例の波面発生装置をオートフォーカス装置に適用した例を示す図。

【符号の説明】

- 1：光源装置
- 2, 3, 5, 10：レンズ
- 4：ビームスプリッタ
- 6：ヌルレンズ
- 7：参照面
- 8：被検面
- 9：6軸ステージ
- 11：CCDカメラ

50

- 12 : 处理装置
- 15 : 電気光学素子
- 20 : 波面発生装置
- 21、22、23、31、32、33、40 : 輪带状透明電極
- 41 : 照明光学系
- 42 : 結像光学系
- 43 : 波面発生装置
- 44 : 試料
- 45 : 撮像装置

【図1】

【図2】

Fig 1

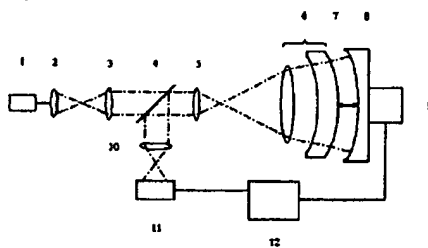
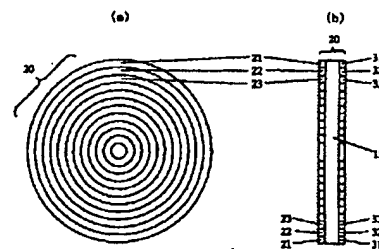


Fig 2



【図 3】

【図 4】

Fig 3

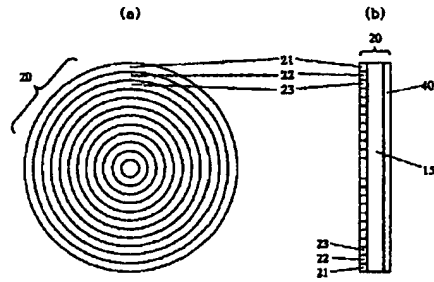
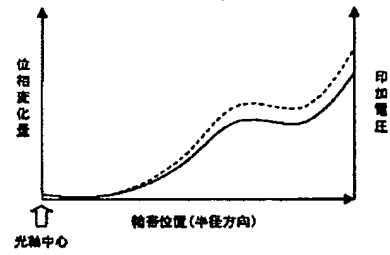
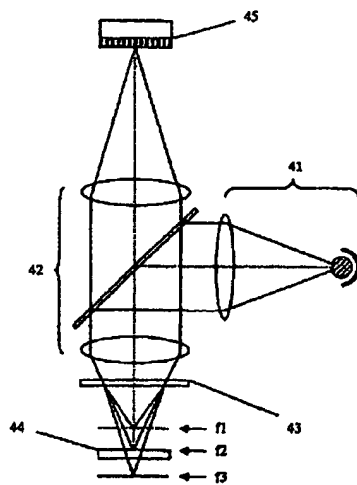


Fig 4



【図 5】

Fig 5



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

G 0 1 M 11/00

G 0 1 M 11/00 M

5 F 0 4 6

G 0 2 B 7/28

G 0 1 B 11/24 D

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30 5 1 6 A

H 0 1 L 21/30 5 2 6 A

H 0 1 L 21/30 5 3 1 A

G 0 2 B 7/11 M

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA12 BA03 CA02 CA24 DA03 EA11 EB12 EB15 EB17

5F046 DA13 DA14 DB05 GA14 GB01